

УДК 004:681.5(575.2)

ВЕБ-САЙТ И ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ АНАЛИЗА И ПРОГНОЗА ЭКЗОГЕННЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ

Бийбосунов Б.И., Курманбек уулу Т., Бексултанов Ж.Т.

Кыргызский государственный университет им. И. Арабаева, Бишкек, e-mail: bbolotbek@mail.ru

Природно-климатические и геолого-географические условия Кыргызской Республики отличаются тем, что большую часть территории Кыргызстана занимают горы. В силу особенностей горно-геологического и тектонического строения горного рельефа практически вся территория республики подвержена экзогенным геологическим процессам (ЭГП), таким как оползни, селевые потоки, снежные лавины, обвалы, землетрясения. Наибольшей катастрофичностью проявления среди других экзогенных геологических процессов отличаются оползни и сели. В рамках данной статьи изложены результаты исследования с применением компьютерной техники и математического моделирования применительно к гидродинамическим процессам, которые определяют такие природные катастрофы, как оползни и сели, распространенные на территории Кыргызской Республики. Предлагается специализированный веб-сайт, который содержит результаты научных исследований, посвященных природно-техногенным катастрофам и экзогенным геологическим процессам (ЭГП). В качестве основных систем управления базами данных (СУБД) были использованы следующие системы: MS Access, My SQL и PostgreSQL. Таким образом, основными средствами разработки компьютерных программ и вычислительных процедур выступают Delphi, Python, Visual Basic, Java и JavaScript. Для проектирования и создания сайта применялись веб-технологии и следующие программные средства: Python, JavaScript, PHP и HTML.

Ключевые слова: веб-сайт, информационная система, математическое моделирование, оползни, сели

WEB SITE AND INFORMATION SYSTEM FOR ANALYSIS AND FORECAST OF EXOGENOUS GEOLOGICAL PROCESSES IN KYRGYZ REPUBLIC

¹Biybosunov B.I., Kurmanbek uulu T., Beksultanov Zh.T.

Kyrgyz State University named after I. Arabaev, Bishkek, e-mail: bbolbek@mail.ru

Natural-climatic and geological-geographical conditions of the Kyrgyz Republic differ because of the territory of Kyrgyzstan, which is occupied by mountains. Due to the peculiarities of the geological and tectonic structure of the mountainous terrain, almost the entire territory of the Republic is subject to exogenous geological processes (EGP), such as landslides, mudflows, avalanches, landslides, earthquakes. The most catastrophic manifestations among other exogenous geological processes are landslides and mudflows. This article presents the results of research using computer technology and mathematical modeling in relation to hydrodynamic processes that determine such natural disasters as landslides and mudflows common in the territory of the Kyrgyz Republic. A specialized website is proposed, which contains the results of scientific research on natural and man-made disasters and exogenous geological processes (EGP). The following systems were used as the main database management systems (DBMS): MS Access, My SQL and PostgreSQL. Thus, the main means of developing computer programs and computational procedures are Delphi, Python, Visual Basic, Java and JavaScript. Web technologies and the following software tools were used to design and create the site: Python, JavaScript, PHP and HTML.

Keywords: website, information system, mathematical modeling, landslides, mudflows

Кыргызская Республика (КР) – государство, в котором из-за его географического месторасположения происходят многочисленные стихийные бедствия. Серьезные геологические, климатические, техногенные вызовы и проблемы глобального изменения климата негативно влияют на население и экономику страны в целом. Население и инфраструктура чувствительны к риску природных катаклизмов и катастроф [1]. Природно-климатические и геолого-географические условия Кыргызской Республики отличаются тем, что большую часть территории Кыргызстана занимают горы. В силу особенностей горно-геологического и тектонического строения горного рельефа практически вся территория республики подвержена экзогенным геологическим процессам

(ЭГП), таким как оползни, селевые потоки, снежные лавины, обвалы, землетрясения. Наибольшей катастрофичностью проявления среди других экзогенных геологических процессов отличаются оползни и сели. Оползни и сели представляют собой один из самых распространенных видов природных катастрофических явлений, которые вызывают колоссальные разрушения на больших территориях, приводят к огромным человеческим жертвам, причиняют большой ущерб экономике и природной среде. Сели и оползни имеют широкое распространение на всей территории Кыргызстана, и особенно в южных регионах: Ошской, Джалал-Абадской и Баткенской областях.

Практически ежегодно из-за природно-техногенных катастроф Кыргызстан несет

большие материальные потери. Многолетний горький опыт показывает, что эти природные катастрофические процессы причиняют огромный экономический ущерб народному хозяйству, вызывают гибель людей, наносят значительный урон социально-экономической инфраструктуре и экологии.

В связи с развитием народного хозяйства республики большое значение приобретает проблема рационального использования природных ресурсов и охраны окружающей среды. Для дальнейшего социально-экономического развития необходимо промышленно-хозяйственное освоение горных районов, создание соответствующей инфраструктуры горных регионов, развитие коммуникаций и т.д. В результате для Кыргызстана, как горной экосистемы, проблема изучения природно-техногенных катастроф выдвигается в ряд важных народнохозяйственных и научно-технических задач. Согласно данным Министерства чрезвычайных ситуаций Кыргызской Республики «на территории Кыргызской Республики насчитывается более 5000 активных оползней. В различной степени оползневым процессам подвержено 600 населенных пунктов. До 10 тысяч жилых домов расположены в потенциально опасных зонах. Всего по республике процессы подтопления развиты на площади 3200 кв. км, подвержены угрозам 344 населенных пункта».

Также к природным чрезвычайным ситуациям относятся опасные метеорологические явления (ливневые осадки, град, сильные ветры, снегопады и заморозки, засуха и т.д.), эрозия берегов, просадки в лессовых и глинистых грунтах, обвалы, камнепады и другие.

В рамках данной статьи изложены результаты исследования с применением компьютерной техники, математического моделирования и математических методов применительно к гидродинамическим процессам, которые определяют такие природные катастрофы, как оползни и сели, распространенные на территории КР, и особенно вблизи народнохозяйственных объектов и населенных пунктов.

В данной работе предлагается специализированный веб-сайт, который содержит результаты научных исследований, посвященных природно-техногенным катастрофам, экзогенным геологическим процессам (ЭГП), возможным прорывным турбулентным течениям, представляющим угрозу гидротехническим сооружениям и другим народнохозяйственным и техническим объектам, коммуникациям и др.

На рис. 1 показана главная страница веб-сайта, для проектирования и разработ-

ки которого использовался современный программный инструментарий. В качестве основных языков программирования, которые реализуют математические модели, численные методы и алгоритмы, применяемые в наших научных исследованиях, используются языки объектно-ориентированного программирования (ООП).

Материалы и методы исследования

Таким образом, основными средствами разработки компьютерных программ и вычислительных процедур выступают Delphi, Python, Visual Basic, Java и JavaScript [2, 3]. Для проектирования и создания сайта применялись веб-технологии и следующие программные средства: Python, JavaScript, PHP и HTML.

В качестве основных систем управления базами данных (СУБД) были использованы следующие системы: MS Access, My SQL и PostgreSQL [4, 5].

На верхней панели сайта расположено основное меню, которое содержит следующие рубрики: «Главная», «ЭГП в КР», «Моделирование ЭГП», «Прогнозные модели», «Информационные системы и базы данных».

На правой боковой панели сайта расположены следующие рубрики:

– «Кафедра прикладной информатики», содержит информацию о кафедре «Прикладная информатика» КГУ им. И. Арабаева, которая выпускает бакалавров по специальности «Прикладная информатика», «Информатика и вычислительная техника», «Информационные системы и технологии», «Информатика», а также магистров по специальности «Прикладная информатика» и «Информационные технологии»;

– «Состав кафедры», содержит информацию о профессорско-преподавательском составе кафедры;

– «Научная работа», содержит информацию о научно-исследовательской деятельности кафедры, основных научных направлениях и выполняемых НИР, грантовых проектах и т.д.

– «Научные связи», приведены соглашения о научно-исследовательском сотрудничестве кафедры с отечественными и зарубежными вузами и НИУ;

– «Диссертационный совет», содержит информацию об открытом при КГУ им. И. Арабаева Диссертационном докторском совете на базе кафедры «Прикладная информатика» [6].

Рассмотрим рубрику «Экзогенные геологические процессы в КР». В данном разделе приведены основные ЭГП, типы природных и техногенных катастроф на территории нашей страны (рис. 2).

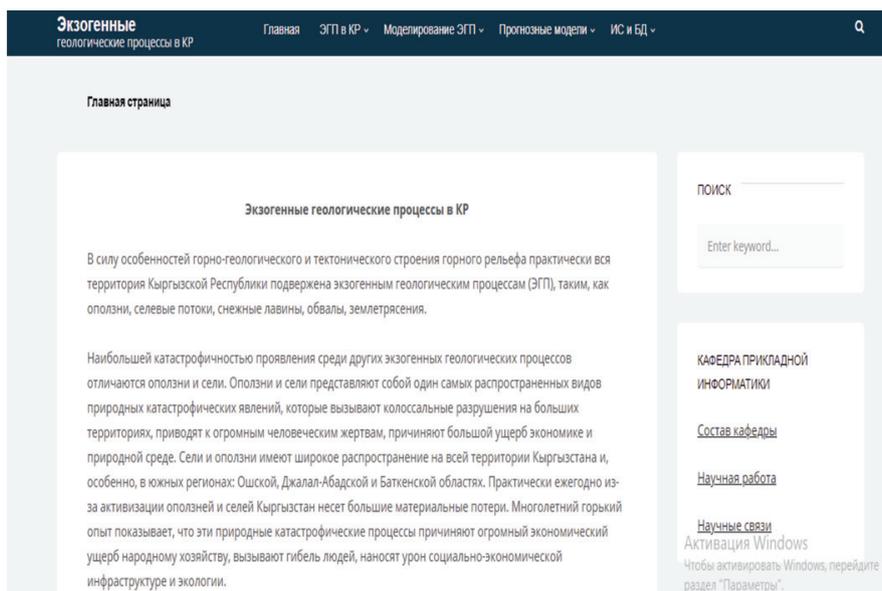


Рис. 1. Главная страница веб-сайта

Экзогенные геологические процессы в КР

Оползни и сели, как основные виды экзогенных геологических процессов, имеют практически повсеместное распространение на территории Кыргызстана, которая на 90 % состоит из горных массивов Тянь-Шаня. Активизация селевых и оползневых процессов, зачастую носящих катастрофический характер, причиняет большой ущерб населенным пунктам, инженерно-техническим коммуникациям, экономике страны, а также сопровождается человеческими жертвами. В этой связи актуальной задачей является мониторинг ЭГП с применением современного научного инструментария.

А.И. Шеко отмечает в своих работах, что в ходе проведения сложных и многообразных геолого-инженерных работ выявляются основные геологические условия, рельеф, климатические условия и другие факторы формирования и развития оползней и селей, изучаются склоны и участки проявления оползней и селей, проводится типизация оползней и селей, их классификация, исследуются их основные закономерности и др. [7]. Все факторы, которые являются причинами возникновения, зарождения, развития и активизации ЭГП, делятся на три большие группы: постоянные, медленно изменяющиеся и быстро изменяющиеся.

Постоянными факторами являются геологическое строение и рельеф местности. «Они определяют генетические особенности ЭГП, а также интенсивность их проявления. Эти факторы являются необходимым

условием формирования экзогенно-геологических процессов и считаются неизменными» [8].

Ко второй группе факторов относятся современные тектонические движения, климатические характеристики местности, гидрогеологические условия, растительность и другие.

Факторы третьей группы включают в себя: метеорологические, гидрологические, а также сейсмические и техногенные процессы. Данная группа факторов составляет основу временного прогноза изучаемых процессов, а совокупность факторов первой и второй группы является основой пространственного прогноза ЭГП [8].

Моделирование ЭГП

В данном разделе приведены математические модели для исследуемых ЭГП, а также различные начально-краевые задачи для гидродинамических процессов и течений в различных средах.

При этом рассмотрены следующие большие классы научных задач:

- моделирование оползневых процессов с применением приближенно-аналитических методов решения;
- численные математические модели оползневых течений на основе вычислительных методов прикладной математики и вычислительной гидродинамики;
- моделирование селевых процессов с применением приближенно-аналитических методов решения;

– модели для катастрофических селевых течений на основе численных методов и вычислительных алгоритмов;

– разработка моделей для природно-техногенных катастроф на основе численных методов и алгоритмов.

Прогнозные модели

Данный раздел исследований посвящен вопросам прогнозирования природных катастроф на территории республики на основе теории корреляционно-регрессионного и факторного анализа. На сайте создана рубрика «Прогнозные модели». Следующий важный момент заключается в построении достоверных прогнозных моделей, учитывающих максимально возможное число основных факторов и их приоритетность. Наконец, на достоверность предлагаемых прогнозов влияет точность методов вычислений. Правильность наших прогнозных моделей покажет только практика.

Результаты исследования и их обсуждение

Показано, что гидродинамические процессы, фильтрация жидкости (грунтовые и подземные воды) и инфильтрация жидкости (атмосферные осадки, поверхностный сток, снеготаяние и т.д.) в оползневых и селеопасных горных склонах выступают одними из основных факторов возникновения, формирования и активизации ЭГП в нашей республике.

Как известно, важной практической задачей является определение вероятной

линии скольжения оползней. С этой целью формулируется и решается задача фильтрации жидкости в неоднородно-анизотропном грунте в виде уравнения в частных производных второго порядка с граничными условиями типа Дирихле и Неймана на неизвестной границе – линии скольжения оползней. Для решения этой полуобратной краевой задачи применяется известный численный метод конечных элементов в двухмерной и трехмерной постановке с итерационной процедурой для нахождения неизвестной границы – линии или плоскости скольжения.

Аналогичные начально-краевые задачи и модели формулируются и решаются для процессов инфильтрации жидкости в оползневых и селевых горных склонах.

На основе решения краевых задач фильтрации и инфильтрации жидкости ставится задача по определению устойчивости склонов против оползания с учетом основных физических сил и нагрузок, действующих на оползневой склон.

После потери устойчивости оползневого склона под действием совокупности основных факторов происходит активизация оползней и для оползней – течений и селевых грязекаменных потоков разработаны модели двухфазных нестационарных течений с начально-краевыми условиями типа Коши, Дирихле и Неймана и смешанными условиями с применением теории «мелкой воды» и теории турбулентных течений. Для решения этих нелинейных моделей применяется численный метод крупных частиц.

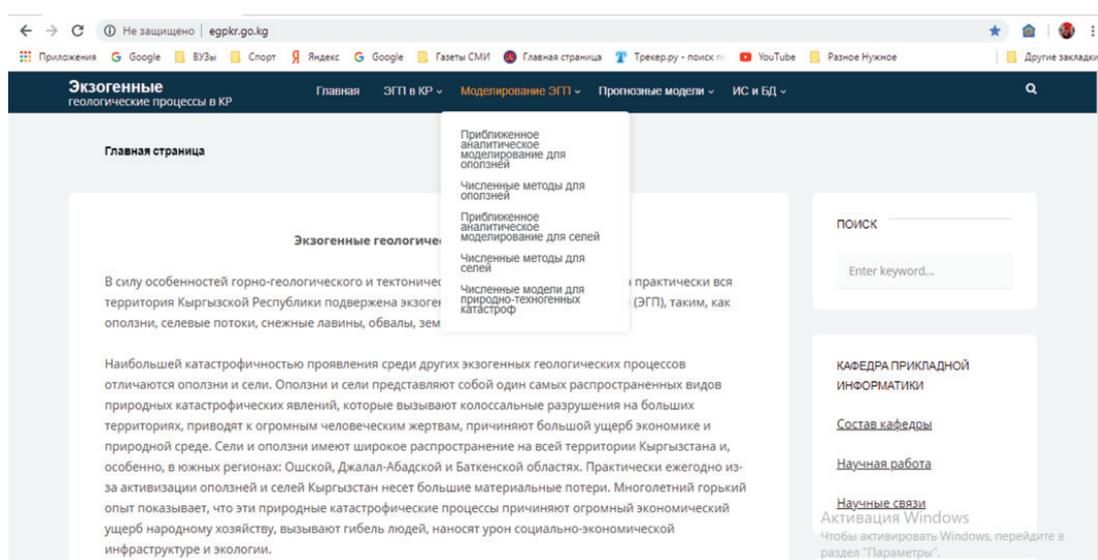


Рис. 2. ЭГП и их моделирование

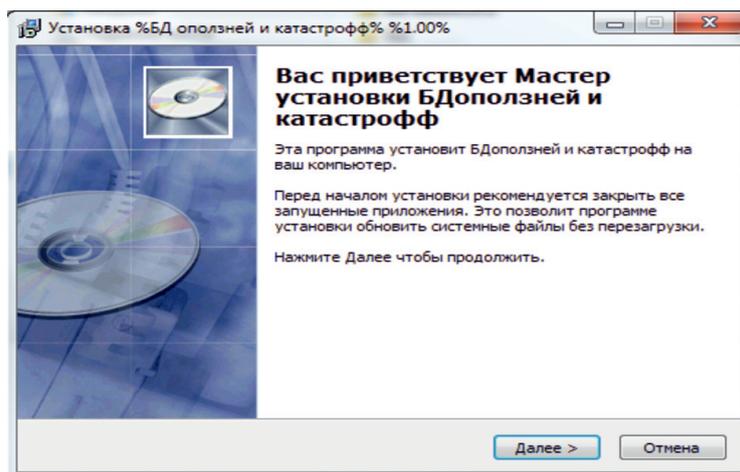


Рис. 3. Окно установки и запуска ИС

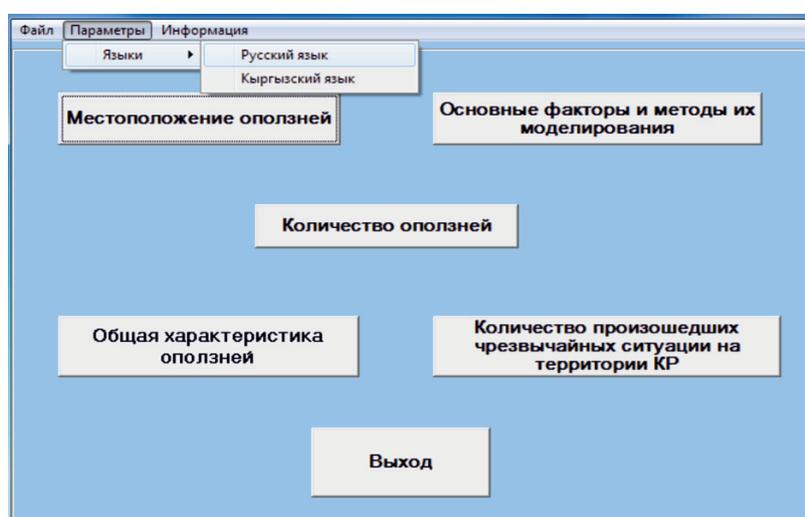


Рис. 4. Главное меню ИС

Для прогнозирования ЭГП предложены линейные и нелинейные прогнозные модели на основе теории и методов регрессии и факторного анализа. Временные ряды активизации оползней и селей и других основных факторов строятся на основе данных наблюдений Министерства чрезвычайных ситуаций и Кыргызской гидрометеослужбы (данные по годам, кварталам, месяцам и по оползневым и селеопасным районам и участкам).

Разработана информационная система для ЭГП на территории республики, база данных которой содержит необходимую информацию, применяемую для моделирования и прогноза ЭГП. На рис. 3 и 4 показаны окно установки и запуска ИС и главное меню.

Заключение

Современный уровень научных исследований предполагает и обязывает разработку и применение новых информационных технологий. В связи с этим в данной работе была сформулирована цель по применению математического моделирования и информационных технологий для исследования и прогнозирования ЭГП на территории Кыргызстана. Для реализации поставленной цели предложены гидродинамические модели и численные методы их решения. Разработана информационная система для оползневых и селевых процессов и других типов ЭГП, распространенных на территории КР. Предложены прогнозные модели и на их основе краткосрочные

и среднесрочные (на 1–3 года) прогнозы активизации ЭГП на территории КР. Таким образом, основная задача на сегодняшний день заключается в постоянном наполнении, обновлении и модернизации сайта, информационной системы и базы данных соответствующим информационным материалом, достоверными статистическими сведениями, данными наблюдений за формированием, развитием и активизацией катастрофических ЭГП на территории КР.

Список литературы

1. Постановление Правительства КР от 29 января 2018 года № 58 «О Концепции комплексной защиты населения и территории Кыргызской Республики от чрезвычайных ситуаций на 2018–2030 годы» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.gov.kg/wp-content/uploads/2018/02/Prilozhenie6.rar> (дата обращения: 18.01.2019).
2. Зибиров В.В. Visual Basic 2010 на примерах. БХВ-Петербург, 2010. 338 с.
3. Мэтиз Э. Изучаем Python. СПб.: Питер, 2017. 496 с.
4. Крейн Д., Паскарелло Э., Джеймс Д. MySQL. Справочник по языку. MySQL Press, 2010. 432 с.
5. Бийбосунов Б.И., Бийбосунова С.К. Краткий курс ИКТ: учебное пособие для студентов вузов. Бишкек: КГУ им. Арабаева, 2010. 115 с.
6. Экзогенные геологические процессы в КР [Электронный ресурс]. URL: <http://egpkr.go.kg/#> (дата обращения: 21.01.2019).
7. Изучение режима оползневых процессов / Под ред. А.И. Шеко. М.: Изд. Недра, 1982. 412 с.
8. Гулакян К.А., Кюнтцель В., Постоев Г.П. Прогнозирование оползневых процессов. М.: Изд. Наука, 1977. 212 с.